

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-193924

(P2000-193924A)

(43) 公開日 平成12年7月14日 (2000.7.14)

(51) Int Cl.

G 0 2 F 1/13

識別記号

5 0 5

F I

G 0 2 F 1/13

ターム (参考)

5 0 5 2 H 0 8 8

審査請求 未請求 請求項の数75 F D (全 19 頁)

(21) 出願番号

特願平10-376550

(22) 出願日

平成10年12月24日 (1998. 12. 24)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 和田 健

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ

ノン株式会社内

(74) 代理人 100088818

弁理士 高梨 幸雄

Fターム (参考) 2H088 EA13 EA14 EA15 EA19 HA13

HA16 HA18 HA21 HA23 HA24

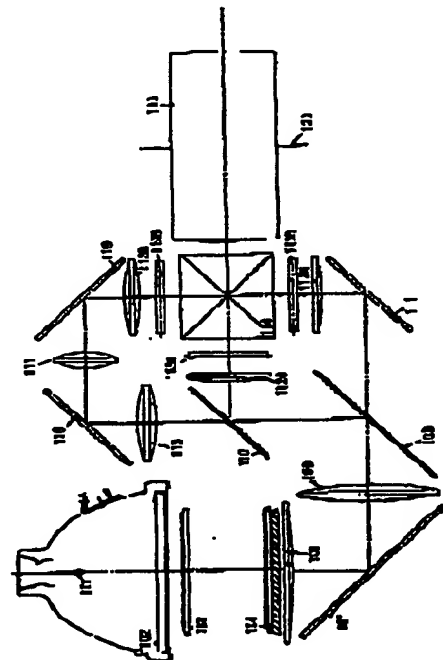
HA25 HA28 MA04 MA08

(54) 【発明の名称】 液晶プロジェクター

(57) 【要約】

【課題】 光の利用効率が高く高輝度で色ムラの少ない液晶プロジェクターを得ること。

【解決手段】 光源部からの光より複数の2次光源を形成する2次光源形成手段、該複数の2次光源からの光束を被照射面上に重ねあわせる集光手段と、該集光手段を介した光束を複数の色光に分離する色分離手段と、各色光毎に設けた結像手段と、各色光毎の結像手段を介した光路中に配置した液晶表示装置と、各色光毎の液晶表示装置を透過したそれぞれの色光を合成する色合成手段と、各色光の液晶表示装置の画像を投影する投射レンズとを備え、該集光手段の焦点距離を f_2 、該2次光源が形成される位置から該集光手段の前側主平面位置までの距離を $O f_2$ としたとき、 $1/4 < O f_2 / f_2 < 3/4$ を満足すること。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 白色光を射出する光源部と、該光源部からの光より複数の2次光源を形成する第1のフライアイレンズと、該複数の2次光源が形成される位置の近傍に配置した第2のフライアイレンズと、該複数の2次光源からの光束を被照射面上に重ねあわせる集光手段と、該集光手段を介した光束を複数の色光に分離する色分離手段と、該色分離手段を介した光束を集光して、該複数の2次光源が略無限遠方に結像するようにした各色光毎に設けた結像手段と、各色光毎の結像手段を介した光路中に配置した液晶表示装置と、各色光毎の液晶表示装置を透過したそれぞれの色光を合成する色合成手段と、該色合成手段を介した各色光の液晶表示装置に基づく画像を投影する投射レンズとを備えた液晶プロジェクターにおいて、該集光手段の焦点距離を f_2 、該2次光源が形成される位置から該集光手段の前側主平面位置までの距離を $O f_2$ としたとき

$$1/4 < O f_2 / f_2 < 3/4$$

を満足することを特徴とする液晶プロジェクター。

【請求項2】 前記第2フライアイレンズの近傍にランダムな偏光振動成分を所定方向に揃える $\lambda/2$ 板を備えた偏光変換手段を有することを特徴とする請求項1の液晶プロジェクター。

【請求項3】 前記偏光変換手段は、偏光光束分離面と反射面とを有する棒状の光束分割素子をベースとして、該光束分割素子を複数段組み合わせることを特徴とする請求項2の液晶プロジェクター。

【請求項4】 前記光束分割素子の偏光光束分離面はそれぞれお互いに平行に配列されていることを特徴とする請求項3の液晶プロジェクター。

【請求項5】 前記光束分割素子の偏光光束分離面は前記集光手段を含む照明系光軸に対して対称に配列されていることを特徴とする請求項3の液晶プロジェクター。

【請求項6】 前記光源部から前記偏光変換手段までの光軸と、前記集光手段から前記被照射面までの光軸は、前記複数段重ねられた光束分割素子のピッチの半分だけずらされていることを特徴とする請求項3、4又は5の液晶プロジェクター。

【請求項7】 前記複数の2次光源が形成される位置と、前記集光手段の前側主平面位置との間に光路を折り曲げる光路折り曲げ手段を有することを特徴とする請求項1の液晶プロジェクター。

【請求項8】 前記色合成手段は三角柱状の4つのプリズムを組み合わせて成る全体として四角柱状のプリズムより成っていることを特徴とする請求項1の液晶プロジェクター。

【請求項9】 前記色合成手段は三角柱状の2つのプリズムを組み合わせて成る少なくとも1つの四角柱状のプリズムと、少なくとも1枚のダイクロイックミラーで構成されることを特徴とする請求項1の液晶プロジェク

ター。

【請求項10】 前記複数の2次光源と前記投射レンズの絞り位置とは略共役関係にあることを特徴とする請求項1の液晶プロジェクター。

【請求項11】 前記投射レンズの一部のレンズは、前記液晶表示装置と前記色合成手段との間に配置されることを特徴とする請求項1の液晶プロジェクター。

【請求項12】 白色光を射出する光源部と、該光源部からの光束を集光して2次光源を形成する2次光源形成手段と、該2次光源からの光束を内部で全反射させ射出開口へ導く棒状素子と、該棒状素子からの光束を取り込み、該2次光源より複数の3次光源を形成するリレーレンズ群と、該複数の3次光源からの光束を被照射面上に重ねあわせる集光手段と、該集光手段を介した光束を複数の色光に分離する色分離手段と、該色分離手段を介した光束を集光して、該複数の3次光源が無限遠方に結像するようにした各色光毎に設けた結像手段と、各色光毎の結像手段を介した光路中に配置した液晶表示装置と、各色光毎の液晶表示装置を透過したそれぞれの色光を合成する色合成手段と、該色合成手段を介した各色光の液晶表示装置に基づく画像を投影する投射レンズとを備えた液晶プロジェクターにおいて、該集光手段の焦点距離を f_2 、該3次光源が形成される位置から該集光手段の前側主平面位置までの距離を $O f_2$ としたとき、

$$1/4 < O f_2 / f_2 < 3/4$$

を満足することを特徴とする液晶プロジェクター。

【請求項13】 前記第3次光源が形成される位置近傍にランダムな偏光振動成分を所定方向に揃える $\lambda/2$ 板を備えた偏光変換手段を有することを特徴とする請求項12の液晶プロジェクター。

【請求項14】 前記偏光変換手段は、偏光光束分離面と反射面とを有する棒状の光束分割素子をベースとして、該光束分割素子を複数段組み合わせることを特徴とする請求項13の液晶プロジェクター。

【請求項15】 前記光束分割素子の、偏光光束分離面はそれぞれお互いに平行に配列されていることを特徴とする請求項14の液晶プロジェクター。

【請求項16】 前記光束分割素子の偏光光束分離面は前記集光手段を含む照明系光軸に対して対称に配列されていることを特徴とする請求項14の液晶プロジェクター。

【請求項17】 前記光源部と前記棒状素子との間に、光路を折り曲げる光路折り曲げ手段が配置されていることを特徴とする請求項12の液晶プロジェクター。

【請求項18】 前記光路折り曲げ手段には、波長選択特性を有する反射膜が備えられていることを特徴とする請求項17の液晶プロジェクター。

【請求項19】 前記棒状素子の入射面近傍に、レンズが配置されていることを特徴とする請求項12の液晶プロジェクター。

【請求項20】 前記棒状素子の入射面近傍に配置されるレンズの前記光源側のレンズ面は凸面であることを特徴とする請求項19の液晶プロジェクター。

【請求項21】 前記棒状素子の射出面は、前記リレーレンズ群のうち最も前記光源部側に配置されたレンズのレンズ面にてお互いに接触して保持されていることを特徴とする請求項12の液晶プロジェクター。

【請求項22】 前記棒状素子の射出面は、平行平板とお互いに接触して保持されていることを特徴とする請求項12の液晶プロジェクター。

【請求項23】 前記棒状素子の射出面の長手断面の長さをD、光軸方向の長さをLとしたとき

$$6.5 < L/D < 9.0$$

を満足することを特徴とする請求項12の液晶プロジェクター。

【請求項24】 前記リレーレンズ群内の少なくとも1枚のレンズは非球面を有していることを特徴とする請求項12の液晶プロジェクター。

【請求項25】 前記光源部から前記偏光変換手段までの光軸と、前記集光手段から前記被照明面までの光軸は、前記複数段重ねられた棒状の光束分割素子のピッチの半分だけずらされていることを特徴とする請求項14、15又は16の液晶プロジェクター。

【請求項26】 前記複数の第3次光源が形成される位置と前記集光手段の前側主平面位置との間に光路を折り曲げる光路折り曲げ手段を有することを特徴とする請求項12の液晶プロジェクター。

【請求項27】 前記色合成手段は三角柱状の4つのプリズムを組み合わせてなる全体として四角柱状のプリズムより成っていることを特徴とする請求項12の液晶プロジェクター。

【請求項28】 前記色合成手段は三角柱状の2つのプリズムを組み合わせてなる少なくとも1つの四角柱状のプリズムと、少なくとも1枚のダイクロイックミラーで構成されることを特徴とする請求項12の液晶プロジェクター。

【請求項29】 前記複数の第3次光源と前記投射レンズの絞り位置近傍とは略共役関係にあることを特徴とする請求項12の液晶プロジェクター。

【請求項30】 前記投射レンズの一部のレンズは、前記液晶表示装置と前記色合成手段との間に配置されることを特徴とする請求項12の液晶プロジェクター。

【請求項31】 光源部と、該光源部からの光より複数の第2次光源を形成する第1のフライアイレンズと、該複数の第2次光源が形成される位置の近傍に配置した第2のフライアイレンズと、該複数の第2次光源からの光束を被照射面上に重ねあわせる集光手段と、該被照射面に配置した液晶表示装置と、液晶表示装置に基づく画像を投影する投射レンズとを備えた液晶プロジェクターにおいて、該集光手段の焦点距離をf2、該第2次光源が形成さ

れる位置から該集光手段の前側主平面位置までの距離をOf2としたとき

$$1/4 < Of2/f2 < 3/4$$

を満足することを特徴とする液晶プロジェクター。

【請求項32】 前記第2フライアイレンズの近傍にランダムな偏光振動成分を所定方向に揃えるλ/2板を備えた偏光変換手段を有することを特徴とする請求項31の液晶プロジェクター。

【請求項33】 前記偏光変換手段は、偏光光束分離面と反射面とを有する棒状の光束分割素子をベースとして、該光束分割素子を複数段組み合わせて成ることを特徴とする請求項32の液晶プロジェクター。

【請求項34】 前記光束分割素子の偏光光束分離面はそれぞれお互いに平行に配列されていることを特徴とする請求項33の液晶プロジェクター。

【請求項35】 前記光束分割素子の偏光光束分離面は前記集光手段を含む照明系光軸に対して対称に配列されていることを特徴とする請求項33の液晶プロジェクター。

【請求項36】 前記光源部から前記偏光変換手段までの光軸と、前記集光手段から前記被照明面までの光軸は、前記複数段重ねられた光束分割素子のピッチの半分だけずらされていることを特徴とする請求項33、34又は35の液晶プロジェクター。

【請求項37】 前記複数の第2次光源が形成される位置と、前記集光手段の前側主平面位置との間に光路を折り曲げる光路折り曲げ手段を有することを特徴とする請求項31の液晶プロジェクター。

【請求項38】 前記複数の第2次光源と前記投射レンズの絞り位置とは略共役関係にあることを特徴とする請求項31の液晶プロジェクター。

【請求項39】 光源部と、該光源部からの光束を集光して第2次光源を形成する第2次光源形成手段と、該第2次光源からの光束を内部で全反射させ射出開口へ導く棒状素子と、該棒状素子からの光束を取り込み、該第2次光源より複数の第3次光源を形成するリレーレンズ群と、該複数の第3次光源からの光束を被照射面上に重ねあわせる集光手段と、被照射面上に配置した液晶表示装置に基づく画像を投影する投射レンズとを備えた液晶プロジェクターにおいて、該集光手段の焦点距離をf2、該第3次光源が形成される位置から該集光手段の前側主平面位置までの距離をOf2としたとき、

$$1/4 < Of2/f2 < 3/4$$

を満足することを特徴とする液晶プロジェクター。

【請求項40】 前記第3次光源が形成される位置近傍にランダムな偏光振動成分を所定方向に揃えるλ/2板を備えた偏光変換手段を有することを特徴とする請求項39の液晶プロジェクター。

【請求項41】 前記偏光変換手段は、偏光光束分離面と反射面とを有する棒状の光束分割素子をベースとし

て、該光束分割素子を複数段組み合わせることを特徴とする請求項40の液晶プロジェクター。

【請求項42】 前記光束分割素子の、偏光光束分離面はそれぞれお互いに平行に配列されていることを特徴とする請求項41の液晶プロジェクター。

【請求項43】 前記光束分割素子の偏光光束分離面は前記集光手段を含む照明系光軸に対して対称に配列されていることを特徴とする請求項41の液晶プロジェクター。

【請求項44】 前記光源部と前記棒状素子との間に、10
光路を折り曲げる光路折り曲げ手段が配置されていることを特徴とする請求項39の液晶プロジェクター。

【請求項45】 前記光路折り曲げ手段には、波長選択特性を有する反射膜が備えられていることを特徴とする請求項44の液晶プロジェクター。

【請求項46】 前記棒状素子の入射面近傍に、レンズが配置されていることを特徴とする請求項39の液晶プロジェクター。

【請求項47】 前記棒状素子の入射面近傍に配置されるレンズの前記光源側のレンズ面は凸面であることを特徴とする請求項46の液晶プロジェクター。

【請求項48】 前記棒状素子の射出面は、前記リレーレンズ群のうち最も前記光源部側に配置されたレンズのレンズ面にてお互いに接触して保持されていることを特徴とする請求項39の液晶プロジェクター。

【請求項49】 前記棒状素子の射出面は、平行平板とお互いに接触して保持されていることを特徴とする請求項39の液晶プロジェクター。

【請求項50】 前記棒状素子の射出面の長さ断面の長さをD、光軸方向の長さをLとしたとき
6. $5 < L/D < 9, 0$

を満足することを特徴とする請求項39の液晶プロジェクター。

【請求項51】 前記リレーレンズ群内の少なくとも1枚のレンズは非球面を有していることを特徴とする請求項39の液晶プロジェクター。

【請求項52】 前記光源部から前記偏光変換手段までの光軸と、前記集光手段から前記被照明面までの光軸は、前記複数段重ねられた棒状の光束分割素子のピッチの半分だけずらされていることを特徴とする請求項41, 42又は43の液晶プロジェクター。

【請求項53】 前記複数の第3次光源が形成される位置と前記集光手段の前側主平面位置との間に光路を折り曲げる光路折り曲げ手段を有することを特徴とする請求項39の液晶プロジェクター。

【請求項54】 前記複数の第3次光源と前記投射レンズの絞り位置近傍とは略共役関係にあることを特徴とする請求項39の液晶プロジェクター。

【請求項55】 白色光を射出する光源部と、該光源部からの光より複数の2次光源を形成する2次光源形成手

段と、該複数の2次光源からの光を被照射面上に重ねあわせる集光手段と、該集光手段を介した光束を複数の色光に分離する色分離手段と、光路中に配置した液晶表示装置と、各色光毎の液晶表示装置を透過したそれぞれの色光を合成する色合成手段と、該色合成手段を介した各色光の液晶表示装置に基づく画像を投影する投射レンズとを備えた液晶プロジェクターにおいて、該集光手段の焦点距離をf2、該2次光源が形成される位置から該集光手段の前側主平面位置までの距離をO12としたとき

$$1/4 < O12/f2 < 3/4$$

を満足することを特徴とする液晶プロジェクター。

【請求項56】 前記複数の2次光源の近傍にランダムな偏光振動成分を所定方向に揃えるλ/2板を備えた偏光変換手段を有することを特徴とする請求項55の液晶プロジェクター。

【請求項57】 前記偏光変換手段は、偏光光束分離面と反射面とを有する棒状の光束分割素子をベースとして、該光束分割素子を複数段組み合わせることを特徴とする請求項56の液晶プロジェクター。

【請求項58】 前記光束分割素子の偏光光束分離面はそれぞれお互いに平行に配列されていることを特徴とする請求項57の液晶プロジェクター。

【請求項59】 前記光束分割素子の偏光光束分離面は前記集光手段を含む照明系光軸に対して対称に配列されていることを特徴とする請求項57の液晶プロジェクター。

【請求項60】 前記光源部から前記偏光変換手段までの光軸と、前記集光手段から前記被照明面までの光軸は、前記複数段重ねられた光束分割素子のピッチの半分だけずらされていることを特徴とする請求項57, 58又は59の液晶プロジェクター。

【請求項61】 前記複数の2次光源が形成される位置と、前記集光手段の前側主平面位置との間に光路を折り曲げる光路折り曲げ手段を有することを特徴とする請求項55の液晶プロジェクター。

【請求項62】 前記色合成手段は二角柱状の4つのプリズムを組み合わせる全体として四角柱状のプリズムより成っていることを特徴とする請求項55の液晶プロジェクター。

【請求項63】 前記色合成手段は三角柱状の2つのプリズムを組み合わせる少なくとも1つの四角柱状のプリズムと、少なくとも1枚のダイクロイックミラーで構成されることを特徴とする請求項55の液晶プロジェクター。

【請求項64】 前記複数の2次光源と前記投射レンズの絞り位置とは略共役関係にあることを特徴とする請求項55の液晶プロジェクター。

【請求項65】 前記投射レンズの一部のレンズは、前記液晶表示装置と前記色合成手段との間に配置されるこ

とを特徴とする請求項65の液晶プロジェクター。

【請求項66】 前記2次光源形成手段は中実型の棒状レンズより成っていることを特徴とする請求項65の液晶プロジェクター。

【請求項67】 光源部と、該光源部からの光より複数の2次光源を形成する2次光源形成手段と、該複数の2次光源からの光束を被照射面上に重ねあわせる集光手段と、被照射に配置した液晶表示装置と、液晶表示装置に基づく画像を投影する投射レンズとを備えた液晶プロジェクターにおいて、該集光手段の焦点距離を f_2 、該2次光源が形成される位置から該集光手段の前側主平面位置までの距離を l_1 としたとき

$$1/4 < l_1/f_2 < 3/4$$

を満足することを特徴とする液晶プロジェクター。

【請求項68】 前記複数の2次光源の近傍にランダムな偏光振動成分を所定方向に揃える $1/2$ 板を備えた偏光変換手段を有することを特徴とする請求項67の液晶プロジェクター。

【請求項69】 前記偏光変換手段は、偏光光束分離面と反射面とを有する棒状の光束分割素子をベースとして、該光束分割素子を複数段組み合わせて成ることを特徴とする請求項68の液晶プロジェクター。

【請求項70】 前記光束分割素子の偏光光束分離面はそれぞれお互いに平行に配列されていることを特徴とする請求項69の液晶プロジェクター。

【請求項71】 前記光束分割素子の偏光光束分離面は前記集光手段を含む照明系光軸に対して対称に配列されていることを特徴とする請求項69の液晶プロジェクター。

【請求項72】 前記光源部から前記偏光変換手段までの光軸と、前記集光手段から前記被照射面までの光軸は、前記複数段重ねられた光束分割素子のピッチの半分だけずらされていることを特徴とする請求項69、70又は71の液晶プロジェクター。

【請求項73】 前記複数の2次光源が形成される位置と、前記集光手段の前側主平面位置との間に光路を折り曲げる光路折り曲げ手段を有することを特徴とする請求項67の液晶プロジェクター。

【請求項74】 前記複数の2次光源と前記投射レンズの絞り位置とは略共役関係にあることを特徴とする請求項67の液晶プロジェクター。

【請求項75】 前記2次光源形成手段は中実型の棒状レンズより成っていることを特徴とする請求項67の液晶プロジェクター。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、液晶プロジェクターに関し、例えば光源部からの偏光方位がランダムな光束の偏光方向を揃えた偏光光を用いて、液晶表示装置等に基づく画像をスクリーン上に明るく、高輝度で、かつ

色むらを抑えつつ拡大投射する際に好適な液晶プロジェクターに関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来より液晶パネルを用いて画像を表示し、液晶パネルを光源からの光束により照明し、液晶パネルからの透過光又は反射光に基づく画像を投影レンズによりスクリーンに拡大投影する液晶プロジェクターが種々と提案されている。

【0003】 高コントラストの画像が比較的容易に得られるTN型の液晶パネルは液晶の持つ偏光特性を利用している。このために、通常、液晶パネルの前後に偏光子や、検光子等の偏光フィルターが設けられている。偏光フィルターは入射する光の特定の偏光方向を透過し、それと直交する偏光方向を遮断する特性を有している。この為、液晶プロジェクターに利用される光はこの偏光フィルターのところで少なくとも半分は遮断されることになり、投影した画像の明るさが低下してくる傾向があった。

【0004】 液晶プロジェクター用の照明装置として、入射光を特定の方向に偏光面を有する光束として変換し、射出させる偏光変換素子と被照射面上を均一に照明する為の均一照明手段（オプティカルインテグレータ）を2つ用い、光源からの光束の有効利用を図りつつ被照明領域を照明するようにした偏光照明装置が例えば特開平8-304739号公報で提案されている。

【0005】 Xロッドインテグレータを用いた照明装置が、例えば特開平8-278503号公報で提案されている。

【0006】 図9は特開平8-304739号公報で提案されている偏光照明装置の要部概略図である。図9に示す偏光照明装置において310は偏光変換素子であり、集光レンズアレイ304近傍に配置されている。偏光分離プリズムアレイ（偏光変換素子）310は、偏光ビームスプリッタ305と全反射プリズム部306をひとつの単位（光学ユニット）として複数個配列した板状のものより成っている。

【0007】 303は第1のレンズ板であり、そのうち、ひとつの配列レンズ307は光源301の像を集光レンズアレイ304の対応する配列レンズ308に2次光源像として集光し、その後、偏光ビームスプリッタ305の光学ユニットに入射させている。偏光ビームスプリッタ305は入射光を偏光面が直交するふたつの直線偏光光（P偏光、S偏光）に分離している。このうち該偏光ビームスプリッタ305を透過した直線偏光光（例えばP偏光）は上記板状の偏光変換素子310の射山面に配置された $1/2$ 波長板309で位相が90度反転され、透過光とは偏光面の異なる直線偏光光（S偏光）となっている。

【0008】 一方、偏光ビームスプリッタ305で反射した直線偏光光（S偏光）は、さらに、全反射部306

で反射され、透過光と同一の方向に射出される。但し、該反射光の射出部には1/2波長板309が施されていない。前記透過光(P偏光)の位相変換光(S偏光)とは、同じ偏光面を有することとなる。

【0009】第1のレンズ板303の配列レンズ307等は、偏光しており、全体として正の屈折力を有している。これにより第1のレンズ板303からの光束を平行にして射出させて、偏光変換素子310に導くようにしている。

【0010】ここで、偏光変換素子310に略平行光で導光するのは、偏光ビームスプリッタ部305での角度依存性を極力緩和する為である。偏光面が揃った直線偏光光は、出射側の集光レンズ311により、液晶パネル面312を矩形照明する構成となっている。

【0011】図9に示す液晶プロジェクターは、偏光ビームスプリッタと1/2波長板を用いて、偏光成分の振動面を揃えることによって光利用効率を向上させている。

【0012】主平面位置は2次光源像が形成されている配列レンズ308位置近傍、若しくは集光レンズ311の略焦点位置にだけ離れた位置に設けられている。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】液晶プロジェクター用の照明系を設計する上では投射レンズとのマッチングを考へながら光利用効率を上げることが重要である。例えば、前述のようなフライアイレンズと偏光変換手段とを併用する光学系(偏光照明装置)に関しては、照明集光系の焦点距離を短くした方が、有限の大きさを有する光源の像を第2フライアイレンズ上に小さく結像できる。

【0014】このため、大方の発光管の発光角度分布の特性上、周囲近傍で光がケラれることがあるが、図5に示すように光利用効率は上がる傾向をしめす。さらに第2フライアイレンズ上に光源像を小さく結像できるので、光源部のゆらぎに対するスクリーン面でのちらつきが低減され、品質面に関しても安定する。

【0015】しかしながら、照明集光系の焦点距離を短くしていったとき、特開平8-304739号公報で示す照明集光系の主平面位置が瞳位置に極めて近い場合の構成では色分離系を配置するスペースが不足したり、たとえスペースを確保できたとしてもダイクロイックミラ

から見た、みかけの光源像位置が近いこと、色分離膜の角度特性により、スクリーン上で特に色分離断面方向の色むらを抑えることが困難であった。

【0016】また、特開平9-211384号公報のような構成によれば、色分離膜から瞳を見たとき無限遠方にみえるため前述のようなスクリーン上での色むら発生を抑えることは可能であるが、装置全体が大型化するという欠点を有していた。

【0017】本発明は、液晶表示装置に基づく画像を小型化を図りつつ、しかも照度むら(色むら)のない状態

で投影することができる液晶プロジェクターの提供を目的とする。

【0018】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明の液晶プロジェクターは、白色光を射出する光源部と、該光源部からの光より複数の2次光源を形成する第1のフライアイレンズと、該複数の2次光源が形成される位置の近傍に配置した第2のフライアイレンズと、該複数の2次光源からの光束を被照射面上に重ね合わせる集光手段と、該集光手段を介した光束を複数の色光に分離する色分離手段と、該色分離手段を介した光束を集光して、該複数の2次光源が略無限遠方に結像するようにした各色光毎に設けた結像手段と、各色光毎の結像手段を介した光路中に配置した液晶表示装置と、各色光毎の液晶表示装置を透過したそれぞれの色光を合成する色合成手段と、該色合成手段を介した各色光の液晶表示装置に基づく画像を投影する投射レンズとを備えた液晶プロジェクターにおいて、該集光手段の焦点距離を f_2 、該2次光源が形成される位置から該集光手段の前側主平面位置までの距離を o としたとき

$$1/4 < o/f_2 < 3/4$$

を満足することを特徴としている。

【0019】請求項2の発明の液晶プロジェクターは、請求項1の発明において、前記第2フライアイレンズの近傍にジグザグな偏光振動成分を所定方向に揃えるλ/2板を備えた偏光変換手段を有することを特徴としている。

【0020】請求項3の発明の液晶プロジェクターは、請求項2の発明において、前記偏光変換手段は、偏光光束分離面と反射面とを有する棒状の光束分割素子をベースとして、該光束分割素子を複数段組み合わせることを特徴としている。

【0021】請求項4の発明の液晶プロジェクターは、請求項3の発明において、前記光束分割素子の偏光光束分離面はそれぞれお互いに平行に配列されていることを特徴としている。

【0022】請求項5の発明の液晶プロジェクターは、請求項3の発明において、前記光束分割素子の偏光光束分離面は前記集光手段を含む照明系光軸に対して対称に配列されていることを特徴としている。

【0023】請求項6の発明の液晶プロジェクターは、請求項3、4又は5の発明において、前記光源部から前記偏光変換手段までの光軸と、前記集光手段から前記被照射面までの光軸は、前記複数の2次光源が形成される位置の半分の位置にだけずらされていることを特徴としている。

【0024】請求項7の発明の液晶プロジェクターは、請求項1の発明において、前記複数の2次光源が形成される位置と、前記集光手段の前側主平面位置との間に光路を折り曲げる光路折り曲げ手段を有することを特徴と

している。

【0025】請求項8の発明の液晶プロジェクターは、請求項1の発明において、前記色合成手段は三角柱状の4つのプリズムを組み合わせて成る全体として四角柱状のプリズムより成っていることを特徴としている。

【0026】請求項9の発明の液晶プロジェクターは、請求項1の発明において、前記色合成手段は三角柱状の2つのプリズムを組み合わせて成る少なくとも1つの四角柱状のプリズムと、少なくとも1枚のダイクロイックミラーで構成されることを特徴としている。

【0027】請求項10の発明の液晶プロジェクターは、請求項1の発明において、前記複数の2次光源と前記投射レンズの絞り位置とは略共役関係にあることを特徴としている。

【0028】請求項11の発明の液晶プロジェクターは、請求項1の発明において、前記投射レンズの一部のレンズは、前記液晶表示装置と前記色合成手段との間に配置されることを特徴としている。

【0029】請求項12の発明の液晶プロジェクターは、白色光を射出する光源部と、該光源部からの光束を20 集光して2次光源を形成する2次光源形成手段と、該2次光源からの光束を内部で全反射させ射出開口へ導く棒状素子と、該棒状素子からの光束を取り込み、該2次光源より複数の3次光源を形成するリレーレンズ群と、該複数の3次光源からの光束を被照射面上に重ねあわせる集光手段と、該集光手段を介した光束を複数の色光に分離する色分離手段と、該色分離手段を介した光束を集光して、該複数の3次光源が無限遠方に結像するようにした各色光毎に設けた結像手段と、各色光毎の結像手段を介した光路中に配置した液晶表示装置と、各色光毎の液 30 晶表示装置を透過したそれぞれの色光を合成する色合成手段と、該色合成手段を介した各色光の液晶表示装置に基づく画像を投影する投射レンズとを備えた液晶プロジェクターにおいて、該集光手段の焦点距離を f_2 、該3次光源が形成される位置から該集光手段の前側主平面位置までの距離を Of_2 としたとき、

$1/4 < Of_2/f_2 < 3/4$
を満足することを特徴としている。

【0030】請求項13の発明の液晶プロジェクターは、請求項12の発明において、前記第3次光源が形成 40 される位置近傍にランダムな偏光振動成分を所定方向に挿入する $\lambda/2$ 板を備えた偏光変換手段を有することを特徴としている。

【0031】請求項14の発明の液晶プロジェクターは、請求項13の発明において、前記偏光変換手段は、偏光光束分離面と反射面とを有する棒状の光束分割素子をベースとして、該光束分割素子を複数段組み合わせて成ることを特徴としている。

【0032】請求項15の発明の液晶プロジェクターは、請求項14の発明において、前記光束分割素子の、 50

偏光光束分離面はそれぞれお互いに平行に配列されていることを特徴としている。

【0033】請求項16の発明の液晶プロジェクターは、請求項14の発明において、前記光束分割素子の偏光光束分離面は前記集光手段を含む照明系光軸に対して対称に配列されていることを特徴としている。

【0034】請求項17の発明の液晶プロジェクターは、請求項12の発明において、前記光源部と前記棒状素子との間に、光路を折り曲げる光路折り曲げ手段が配置されていることを特徴としている。

【0035】請求項18の発明の液晶プロジェクターは、請求項17の発明において、前記光路折り曲げ手段には、波長選択特性を有する反射膜が備えられていることを特徴としている。

【0036】請求項19の発明の液晶プロジェクターは、請求項12の発明において、前記棒状素子の入射面近傍に、レンズが配置されていることを特徴としている。

【0037】請求項20の発明の液晶プロジェクターは、請求項19の発明において、前記棒状素子の入射面近傍に配置されるレンズの前記光源側のレンズ面は凸面であることを特徴としている。

【0028】請求項21の発明の液晶プロジェクターは、請求項12の発明において、前記棒状素子の射出面は、前記リレーレンズ群のうち最も前記光源部側に配置されたレンズのレンズ面にてお互いに接触して保持されていることを特徴としている。

【0039】請求項22の発明の液晶プロジェクターは、請求項12の発明において、前記棒状素子の射出面は、平行平板とお互いに接触して保持されていることを特徴としている。

【0040】請求項23の発明の液晶プロジェクターは、請求項12の発明において、前記棒状素子の射出面の長手断面の長さを D 、光軸方向の長さを L としたとき
 $6.5 < L/D < 9.0$
を満足することを特徴としている。

【0041】請求項24の発明の液晶プロジェクターは、請求項12の発明において、前記リレーレンズ群内の少なくとも1枚のレンズは非球面を有していることを特徴としている。

【0042】請求項25の発明の液晶プロジェクターは、請求項14、15又は16の発明において、前記光源部から前記偏光変換手段までの光軸と、前記集光手段から前記被照明面までの光軸は、前記複数段重ねられた棒状の光束分割素子のピッチの半分だけずらされていることを特徴としている。

【0043】請求項26の発明の液晶プロジェクターは、請求項12の発明において、前記複数の第3次光源が形成される位置と前記集光手段の前側主平面位置との間に光路を折り曲げる光路折り曲げ手段を有することを

特徴としている。

【0044】請求項27の発明の液晶プロジェクターは、請求項12の発明において、前記色合成手段は三角柱状の4つのプリズムを組み合わせてなる全体として四角柱状のプリズムより成っていることを特徴としている。

【0045】請求項28の発明の液晶プロジェクターは、請求項12の発明において、前記色合成手段は三角柱状の2つのプリズムを組み合わせてなる少なくとも1つの四角柱状のプリズムと、少なくとも1枚のダイクロイックミラーで構成されることを特徴としている。

【0046】請求項29の発明の液晶プロジェクターは、請求項12の発明において、前記複数の第3次光源と前記投射レンズの絞り位置近傍とは略共役関係にあることを特徴としている。

【0047】請求項30の発明の液晶プロジェクターは、請求項1の発明において、前記投射レンズの一部のレンズは、前記液晶表示装置と前記色合成手段との間に配置されることを特徴とする請求項12の液晶プロジェクター。

【0048】請求項31の発明の液晶プロジェクターは、光源部と、該光源部からの光より複数の2次光源を形成する第1のフライアイレンズと、該複数の2次光源が形成される位置の近傍に配置した第2のフライアイレンズと、該複数の2次光源からの光束を被照射面上に重ね合わせる集光手段と、該被照射面に配置した液晶表示装置と、液晶表示装置に基づく画像を投影する投射レンズとを備えた液晶プロジェクターにおいて、該集光手段の焦点距離を f_2 、該2次光源が形成される位置から該集光手段の前側主平面位置までの距離を $O f_2$ としたと

$$1/4 < O f_2 / f_2 < 3/4$$

を満足することを特徴としている。

【0049】請求項32の発明の液晶プロジェクターは、請求項31の発明において、前記第2フライアイレンズの近傍にランダムな偏光振動成分を所定方向に揃える $\lambda/2$ 板を備えた偏光変換手段を有することを特徴としている。

【0050】請求項33の発明の液晶プロジェクターは、請求項32の発明において、前記偏光変換手段は、偏光光束分離面と反射面とを有する棒状の光束分割素子をベースとして、該光束分割素子を複数段組み合わせて成ることを特徴としている。

【0051】請求項34の発明の液晶プロジェクターは、請求項33の発明において、前記光束分割素子の偏光光束分離面はそれぞれお互いに平行に配列されていることを特徴としている。

【0052】請求項35の発明の液晶プロジェクターは、請求項33の発明において、前記光束分割素子の偏光光束分離面は前記集光手段を含む照明系光軸に対して

対称に配列されていることを特徴としている。

【0053】請求項36の発明の液晶プロジェクターは、請求項33、34又は35の発明において、前記光源部から前記偏光変換手段までの光軸と、前記集光手段から前記被照射面までの光軸は、前記複数段重ねられた光束分割素子のピッチの半分だけずらされていることを特徴としている。

【0054】請求項37の発明の液晶プロジェクターは、請求項31の発明において、前記複数の2次光源が形成される位置と、前記集光手段の前側主平面位置との間に光路を折り曲げる光路折り曲げ手段を有することを特徴としている。

【0055】請求項38の発明の液晶プロジェクターは、請求項1の発明において、前記複数の2次光源と前記投射レンズの絞り位置とは略共役関係にあることを特徴としている。

【0056】請求項39の発明の液晶プロジェクターは、光源部と、該光源部からの光束を集光して2次光源を形成する2次光源形成手段と、該2次光源からの光束を内部で全反射させ射出開口へ導く棒状素子と、該棒状素子からの光束を取り込み、該2次光源より複数の3次光源を形成するリレーレンズ群と、該複数の3次光源からの光束を被照射面上に重ね合わせる集光手段と、被照射面上に配置した液晶表示装置に基づく画像を投影する投射レンズとを備えた液晶プロジェクターにおいて、該集光手段の焦点距離を f_2 、該3次光源が形成される位置から該集光手段の前側主平面位置までの距離を $O f_2$ としたとき、

$$1/4 < O f_2 / f_2 < 3/4$$

を満足することを特徴としている。

【0057】請求項40の発明の液晶プロジェクターは、請求項39の発明において、前記第3次光源が形成される位置近傍にランダムな偏光振動成分を所定方向に揃える $\lambda/2$ 板を備えた偏光変換手段を有することを特徴としている。

【0058】請求項41の発明の液晶プロジェクターは、請求項40の発明において、前記偏光変換手段は、偏光光束分離面と反射面とを有する棒状の光束分割素子をベースとして、該光束分割素子を複数段組み合わせて成ることを特徴としている。

【0059】請求項42の発明の液晶プロジェクターは、請求項41の発明において、前記光束分割素子の、偏光光束分離面はそれぞれお互いに平行に配列されていることを特徴としている。

【0060】請求項43の発明の液晶プロジェクターは、請求項41の発明において、前記光束分割素子の偏光光束分離面は前記集光手段を含む照明系光軸に対して対称に配列されていることを特徴としている。

【0061】請求項44の発明の液晶プロジェクターは、請求項39の発明において、前記光源部と前記棒状

素子との間に、光路を折り曲げる光路折り曲げ手段が配置されていることを特徴としている。

【0062】請求項46の発明の液晶プロジェクターは、請求項44の発明において、前記光路折り曲げ手段は、波長選択特性を有する反射膜が備えられていることを特徴としている。

【0063】請求項46の発明の液晶プロジェクターは、請求項39の発明において、前記棒状素子の入射面近傍に、レンズが配置されていることを特徴としている。

【0064】請求項47の発明の液晶プロジェクターは、請求項46の発明において、前記棒状素子の入射面近傍に配置されるレンズの前記光源側のレンズ面は凸面であることを特徴としている。

【0065】請求項48の発明の液晶プロジェクターは、請求項39の発明において、前記棒状素子の射出面は、前記リレーレンズ群のうち最も前記光源側に配置されたレンズのレンズ面にてお互いに接触して保持されていることを特徴としている。

【0066】請求項49の発明の液晶プロジェクターは、請求項39の発明において、前記棒状素子の射出面は、平行平板とお互いに接触して保持されていることを特徴としている。

【0067】請求項50の発明の液晶プロジェクターは、請求項39の発明において、前記棒状素子の射出面の長手断面の長さをD、光軸方向の長さをLとしたとき $6.5 < L/D < 9.0$ を満足することを特徴としている。

【0068】請求項61の発明の液晶プロジェクターは、請求項39の発明において、前記リレーレンズ群内の少なくとも1枚のレンズは非球面を有していることを特徴としている。

【0069】請求項52の発明の液晶プロジェクターは、請求項41、42又は43の発明において、前記光源部から前記偏光変換手段までの光軸と、前記集光手段から前記被照明面までの光軸は、前記複数段重ねられた棒状の光束分割素子のピッチの半分だけずらされていることを特徴としている。

【0070】請求項53の発明の液晶プロジェクターは、請求項39の発明において、前記複数の第3次光源が形成される位置と前記集光手段の前側主平面位置との間に光路を折り曲げる光路折り曲げ手段を有することを特徴としている。

【0071】請求項54の発明の液晶プロジェクターは、請求項39の発明において、前記複数の第3次光源と前記投射レンズの絞り位置近傍とは略共役関係にあることを特徴としている。

【0072】請求項55の発明の液晶プロジェクターは、白色光を射出する光源部と、該光源部からの光より複数の2次光源を形成する2次光源形成手段と、該複数

の2次光源からの光束を被照射面上に重ねあわせる集光手段と、該集光手段を介した光束を複数の色光に分離する色分離手段と、光路中に配置した被品表示装置と、各色光毎の液晶表示装置を透過したそれぞれの色光を合成する色合成手段と、該色合成手段を介した各色光の液晶表示装置に基づく画像を投影する投射レンズとを備えた液晶プロジェクターにおいて、該集光手段の焦点距離をf2、該2次光源が形成される位置から該集光手段の前側主平面位置までの距離をO12としたとき

$$1/4 < O12 / f2 < 5/4$$

を満足することを特徴としている。

【0073】請求項56の発明の液晶プロジェクターは、請求項56の発明において、前記複数の2次光源の近傍にランダムな偏光振動成分を所定方向に揃えるλ/2板を備えた偏光変換手段を有することを特徴としている。

【0074】請求項57の発明の液晶プロジェクターは、請求項56の発明において、前記偏光変換手段は、偏光光束分離面と反射面とを有する棒状の光束分割素子をベースとして、該光束分割素子を複数段組み合わせて成ることを特徴としている。

【0075】請求項58の発明の液晶プロジェクターは、請求項57の発明において、前記光束分割素子の偏光光束分離面はそれぞれお互いに平行に配列されていることを特徴としている。

【0076】請求項59の発明の液晶プロジェクターは、請求項57の発明において、前記光束分割素子の偏光光束分離面は前記集光手段を含む照明系光軸に対して対称に配列されていることを特徴としている。

【0077】請求項60の発明の液晶プロジェクターは、請求項57、58又は59の発明において、前記光源部から前記偏光変換手段までの光軸と、前記集光手段から前記被照明面までの光軸は、前記複数段重ねられた光束分割素子のピッチの半分だけずらされていることを特徴としている。

【0078】請求項61の発明の液晶プロジェクターは、請求項55の発明において、前記複数の2次光源が形成される位置と、前記集光手段の前側主平面位置との間に光路を折り曲げる光路折り曲げ手段を有することを特徴としている。

【0079】請求項62の発明の液晶プロジェクターは、請求項55の発明において、前記色合成手段は三角柱状の4つのプリズムを組み合わせて成る全体として四角柱状のプリズムより成っていることを特徴としている。

【0080】請求項63の発明の液晶プロジェクターは、請求項55の発明において、前記色合成手段は三角柱状の2つのプリズムを組み合わせて成る少なくとも1つの四角柱状のプリズムと、少なくとも1枚のダイクロイックミラーで構成されることを特徴としている。

【0081】請求項64の発明の液晶プロジェクターは、請求項65の発明において、前記複数の2次光源と前記投射レンズの絞り位置とは略共役関係にあることを特徴としている。

【0082】請求項65の発明の液晶プロジェクターは、請求項65の発明において、前記投射レンズの一部のレンズは、前記液晶表示装置と前記色合成手段との間に配置されることを特徴としている。

【0083】請求項66の発明の液晶プロジェクターは、請求項65の発明において、前記2次光源形成手段は中実型の棒状レンズより成っていることを特徴としている。

【0084】請求項67の発明の液晶プロジェクターは、光源部と、該光源部からの光より複数の2次光源を形成する2次光源形成手段と、該複数の2次光源からの光束を被照射面上に重ねあわせる集光手段と、被照射に配置した液晶表示装置と、液晶表示装置に基づく画像を投影する投射レンズとを備えた液晶プロジェクターにおいて、該集光手段の焦点距離を f_2 、該2次光源が形成される位置から該集光手段の前側主平面位置までの距離を $0 < f_2 < 2$ としたとき

$$1/4 < 0 < f_2 / f_1 < 3/4$$

を満足することを特徴としている。

【0085】請求項68の発明の液晶プロジェクターは、請求項67の発明において、前記複数の2次光源の近傍にランダムな偏光振動成分を所定方向に揃えるλ/2板を備えた偏光変換手段を有することを特徴としている。

【0086】請求項69の発明の液晶プロジェクターは、請求項68の発明において、前記偏光変換手段は、偏光光束分離面と反射面とを有する棒状の光束分割素子をベースとして、該光束分割素子を複数段組み合わせることを特徴としている。

【0087】請求項70の発明の液晶プロジェクターは、請求項69の発明において、前記光束分割素子の偏光光束分離面はそれぞれお互いに平行に配列されていることを特徴としている。

【0088】請求項71の発明の液晶プロジェクターは、請求項69の発明において、前記光束分割素子の偏光光束分離面は前記集光手段を含む照明系光軸に対して対称に配列されていることを特徴としている。

【0089】請求項72の発明の液晶プロジェクターは、請求項69、70又は71の発明において、前記光源部から前記偏光変換手段までの光軸と、前記集光手段から前記被照射面までの光軸は、前記複数の重ねられた光束分割素子のピッチの半分だけずらされていることを特徴としている。

【0090】請求項73の発明の液晶プロジェクターは、請求項67の発明において、前記複数の2次光源が形成される位置と、前記集光手段の前側主平面位置との

間に光路を折り曲げる光路折り曲げ手段を有することを特徴としている。

【0091】請求項74の発明の液晶プロジェクターは、請求項67の発明において、前記複数の2次光源と前記投射レンズの絞り位置とは略共役関係にあることを特徴としている。

【0092】請求項75の発明の液晶プロジェクターは、請求項67の発明において、前記2次光源形成手段は中実型の棒状レンズより成っていることを特徴としている。

【0093】

【発明の実施の形態】（実施形態1）図1は本発明の実施形態1の要部概略図である。

【0094】本実施形態は3板方式の液晶プロジェクターに適用した場合を示している。図1において101は光源（光源部）、102はリフレクターであり、光源101からの光束を反射させて略平行光束として射出している。103は第1フライアイレンズ、104は第2フライアイレンズであり、第1、第2フライアイレンズは各々複数の矩形集光レンズより成っている。

【0095】105は偏光変換素子であり、入射光の偏光方位を揃えて射出している。106は第1のコンデンサーレンズ、107はミラー、108は第2のコンデンサーレンズ（集光レンズ）、109は赤透過ダイクロックミラー、110は青透過ダイクロックミラー、111はミラー、112（112R、112G、112B）はフィールドレンズ、113（113R、113G、113B）は液晶表示装置、114はクロスダイクロプリズムであり、B、G、Rの各色光を合成して一方から射出している。

【0096】115はリレーレンズ、116はミラー、117はリレーレンズ、118はミラー、119は投射レンズであり、液晶表示装置113に基づく各画像をクロスダイクロプリズム114で合成し、スクリーン上に投影している。120は投射レンズ119内の絞りである。

【0097】光源部101はメタルハライドランプまたはキセノンランプのような演色性が良く、1.5mm以下のアーク長を有するショートアーク光源から構成している。

【0098】本実施形態では、前記光源101からの光束は放物面形状のリフレクター102により略平行な光束となって第1フライアイレンズ103に入射する。このフライアイレンズ103に入射した光はそれぞれの矩形集光レンズにより、光源101のアーク像を第2フライアイレンズ104の対応するそれぞれの矩形レンズの瞳上に複数の2次光源として結像させている。

【0099】また、第1フライアイレンズ103の平面部には、UV（紫外域）およびIR（赤外域）の各領域の可視域以外の光を遮断する膜を設けて、液晶表示装置

113の前後に配置される偏光板を保護している。

【0100】さらに、第1フライアイレンズ103と液晶表示装置113の面とは共役関係を保つような構成になるが、粉塵付着等の対策として、調整機構等を設けてこの共役関係からわずかなずれを許すようにしている。

【0101】また、第2フライアイレンズ104の形状に関しては、放物面鏡を使用する光学系を使っており有限の大きさを持つ光源101のアーチからの光束を効率的に液晶表示装置113上に集光するため、また製造上の作り易さの点からも、第1フライアイレンズ103と同じ形状を備えている。

【0102】第2フライアイレンズ104を射出した光束は、前記集光した複数の2次光源の像が形成された集光点近傍に配置された偏光変換素子105に入射しランダムな光束の振動面を一定方向に揃えている。

【0103】次に、偏光変換素子105の構成について図8を用いて説明する。偏光変換素子105は、第2フライアイレンズ104の個々のレンズに対応させて光束分割素子を複数並べたものであり、各素子は偏光分離面7aと偏光分離面7aで反射したS偏光光の光路を90°折り曲げる反射面7bと、偏光分離面7aを透過したP偏光光の光路又は反射したS偏光光の光路に設けられた2分の1波長板(λ/2板)7cを有している。

【0104】図8では偏光分離面7aで透過したP偏光光の光路中にλ/2板7cを設けている。偏光分離面7aは互いに平行となっている(尚、後述する実施形態においては光軸を境に偏光分離面が互いに逆方向に配置しているが、得られる効果は同じである。)

【0105】偏光変換素子105に入射した光束は、偏光分離面7aにより偏光方向が互いに直交しているS偏光とP偏光の光に分離され、(・, ←→)、このうち偏光分離面7aで反射したS偏光光(・)は、反射面7bで反射する。

【0106】従って、偏光変換素子105より互いに偏光方向が同じである複数の光束が射出する。偏光変換素子105からの複数の光束は集光レンズ108とフィールドレンズ112とにより液晶表示装置113上で合成される。

【0107】本実施形態のような偏光変換素子105を用いる場合は、前述のように偏光分離断面に関して第1コンデンサーレンズ106から液晶表示装置113までのブロックの光軸を、前記2次光源像の配列が光軸に対して対称になるように(偏光変換素子105のピッチの半分だけ)故意にずらしてある。これにより、スクリーン上での色むら発生を抑えている。

【0108】本実施形態では第2フライアイレンズ104の近傍に、ランダムな偏光振動成分を揃えるλ/2板を備えた偏光変換素子を配置することにより、セットの高輝度化を実現している。

【0109】前述のように第2フライアイレンズ104

近傍は、第1フライアイレンズ103により2次光源像が形成される。もし発光光源が小さい、又は第1フライアイレンズ103により小さな光源像を形成できたとすれば、第2フライアイレンズの各レンズに関して略レンズアレイのピッチの半分程度の空きスペースができ、偏光光分離面及び反射面を有する偏光変換素子を用いて断面を有効に利用できれば高い効率にて偏光成分を整理することができる。

【0110】また、この偏光変換素子105は図6に示すように照明集光手段を含む光軸に対して上下対称な構成にしても良い。

【0111】これによれば図6に示すように、偏光分離面に光軸対称な角度で入射する光線が、液晶表示装置上の偏光分離断面をそれぞれ照明するため、色むら原因をキャンセルすることができる。

【0112】あるいは本実施形態のように偏光分離面が互いに平行となる構成の偏光変換素子を採用する場合は、光源部から偏光変換素子までの光軸と、前記集光手段から液晶表示装置面までの光軸は、前記複数の素子ねられた棒状の偏光光束分離素子のピッチの略半分だけずらされている。

【0113】この構成によれば、図7の偏光分離光路を見ると判るように、もともと第2フライアイレンズ104近傍に形成した2次光源像の分布も軸上で光軸に対して非対称であることが判る。そのため、2次光源像からの光束を投射レンズの絞り面近傍に3次光源像として結像させているが、前記3次光源像も当然分布は偏り、スクリーン上での輝度むら等の悪影響を及ぼす。

【0114】さらには、色合成系にクロスプリズムにて色合成する光学系では、リレーレンズ系を採用した色の光路のみ他の2色の光路と比べて、前記3次光源像が液晶表示装置を含む光軸に関して反転する。そのため、前記投射レンズの絞りの偏光分離断面に関して、その両端で色がつき、スクリーン上で色むらが発生する原因になる。

【0115】そこで本実施形態ではこの絞り面での3次光源像を各色について重ね合わせるために、偏光分離面が光軸に対して対称に配置した偏光変換素子を採用するか、偏光分離面が互いに平行のときには前述の如く構成して照明集光系を含む光軸に対して2次光源像が偏光分離断面について対称に形成されるようにしている。

【0116】第2フライアイレンズ104近傍に形成した各2次光源像からの光束を2枚で構成した第2コンデンサーレンズ108により液晶表示装置113上に集光している。

【0117】この集光手段(第1、第2コンデンサーレンズ106、108)に関して、その焦点距離 $f_2=155$ (mm)(単位は便宜上mmで表示しているがmm以外の単位であっても良い。以下同じ)に対して、前記主点位置は前記2次光源像形成位置から $Of_2=71$

(mm)程度のところに設定されており、前述の効果により図1のようなコンパクトな配置を実現している。

【0118】即ち、前述の条件式(1)を満足するようにしている。本実施形態では、このように照明集光系の主平面位置を2次光源像が形成される位置から液晶表示装置側に条件式(1)を満足する程度にずらすことにより、第1の効果として高輝度化実現のために短く設定していた集光系の焦点距離 f_2 のために、色分離系を配置するには短すぎたスペースを確保することを可能としている。

【0119】さらに第2の効果としては、照明集光レンズ108により2次光源像からダイクロミックミラーに入射する光束の開き角度を小さく(みかけの瞳位置をダイクロミラーから遠くに)設計でき、スクリーン上での色むらを低減することを可能としている。

【0120】さらには、クロスダイクロプリズム114等の色合成手段を用いる場合、リレーレンズ系の最も光源側のリレーレンズの屈折力をも小さく設計でき、リレーレンズ系の結像性能に関しても有利に作用する。

【0121】ここで条件式(1)の下限を越えると、前述したように照明集光系の主平面位置が2次光源像位置に近いため、色分離系の配置が困難になったり、色むら現象が発生するため好ましくない。逆に上限をこえると、色むらには有利に作用するが、装置全体が大型化するため好ましくない。

【0122】また、前記第2フライアイレンズ104上に形成される2次光源像と照明集光手段の前側主平面位置との間に光路を折り曲げる手段(ミラー107)を設けることにより、必要な光学素子をそれぞれプロジェクションヒット内に密度高く配置することが可能となり、全体としてコンパクトな系を容易に実現している。

【0123】また、フィールドレンズ113を基準に考えると、みかけの瞳位置を約270mm程度と遠くに設定でき、スクリーン上での色むらを低減している。

【0124】本実施形態では、第2コンデンサーレンズ108を2枚で構成しているため照明集光系の屈折力を分担でき液晶表示装置113上での集光性能を改善している。また、前記第2フライアイレンズ104から第2コンデンサーレンズ108までの各素子は、色分離される前の白色光を透過または反射させるため、全く広帯域特性を有する反射防止コート又は反射コートを施している。

【0125】色分離系(109, 110)に関して、本実施形態ではランプ101の特性上、青色光路内に略等倍リレーレンズ系115, 117を備えて液晶表示装置113Bへ接続しているが、特にこの例に限らずランプ101の特性と白色バランスの狙いどころによってはリレーレンズ系に赤光路を選択してもよい。また、前記リレーレンズ系に関して、その波長帯域にマッチしたコートを施し、さらには結像性能および光利用効率向上のため

に非球面レンズを採用している。

【0126】色分離ダイクロミックミラー109, 110にはスクリーン上の色むらが顕著な場合には、色分離断面方向に傾斜膜を採用してもよい。また、例中、ミラー111, 116, 118に関しては、特に広帯域特性を持たせる必要はなく適所な波長選択性を持たせたダイクロミックミラーでもよい。

【0127】本実施形態において第1, 第2コンデンサーレンズ106, 108、そしてフィールドレンズ112は結像手段の一要素を構成している。

【0128】フィールドレンズ112は液晶表示装置113に対して光束をテレセントリック入射させることが望ましいが、後続の投射レンズ119の瞳特性によっては特にこれに限らず形状を最適化するのが良い。特に、各色光路に関して投射レンズ119との瞳のマッチングを十分に行っておかないと特にスクリーン周辺部での色むら現象が発生し画品位が低下する。

【0129】このフィールドレンズ112には液晶表示装置113側の面などを平面にして、ここに色純度改善のために適当なダイクロミックフィルターなどのコートを施すことも考えられる。また、投射レンズ119を構成するレンズ各面にも透過率向上のために反射防止コートを施してある。

【0130】色合成系に関してはクロスダイクロプリズム114を用いている。即ち三角柱状の4つのプリズムを組み合わせた四角柱状のプリズムより構成して、これにより色合成系をコンパクトにまとめ、かつ液晶表示装置に基づく画像を拡大投射する投射レンズのバックフォーカスを短く設計することができるようして、投射レンズの設計負担を軽減している。

【0131】また第2フライアイレンズ104上の複数の光源像と投射レンズ110の絞り120位置近傍とは略共役関係に設計することにより、照明系と投射レンズとの良好なマッチングがとれ、液晶プロジェクター全体として高い光利用効率を得ている。

【0132】尚、第1, 第2フライアイレンズの双方を一体化した中実型の棒状レンズより構成しても良い。

【0133】本実施形態では単板式の液晶プロジェクターにも同様に適用することができる。尚、本実施形態において第2フライアイレンズは特に設けなくても良い。

【0134】(実施形態2)図2は本発明の実施形態2の要部概略図である。

【0135】本実施形態は8板方式の液晶プロジェクター用の照明系に適用した場合を示している。図2において201は光源、202はリフレクター、203は第1フライアイレンズ、204は第2フライアイレンズ、205は偏光変換素子、206はミラー、207はコンデンサーレンズ、208は透過ダイクロミックミラー、209は赤透過ダイクロミックミラー、210はミラー、211(211B, 211G, 211R)はフィ

ルドレンズ、212 (212B, 212G, 212R) は液晶表示装置、213 (213B, 213G, 213R) は投射レンズ217のフィールドレンズ、214は青透過ダイクロイックミラー、215はミラー、216は色合成プリズム、217は投射レンズ、218は投射レンズ217内の絞りである。

【0136】本実施形態は図1の実施形態1に比べて偏光変換素子20bの形状を図2のように集光系を含む光軸に対して対称構造にしている点である。本実施形態のような偏光変換素子を用いる場合は、前述のように偏光分離断面に関してコンデンサーレンズ207から液晶表示装置212までのブロックの光軸を故意にずらす必要はなく、図6で説明したようにスクリーン上での色むら発生を抑えることを可能としている。

【0137】その後、各2次光源像からの光束を1枚で構成したコンデンサーレンズ207によりフィールドレンズ211を介して液晶表示装置212に集光している。この集光手段（コンデンサーレンズ207）に関して、その焦点距離 $f2=150\text{mm}$ に対して、前側主点位置は前記2次光源像の形成位置（第2フライアイレンズ204）から $Of2=78\text{mm}$ 程度のところに設定されており、前述の効果により図2のようなコンパクトな配置を実現している。

【0138】また、フィールドレンズを基準に考えると、みかけの像位置を約800mm程度と遠くに設定でき、スクリーン上での色むらを低減している。

【0139】本実施形態では、コンデンサーレンズ207を1枚で構成している。色分離系208、209に関して、本実施形態では青透過ダイクロイックミラー208 (DM) を設置している。これは投射レンズ系217内に関して、本光路では青透過ダイクロイックミラー214を透過する際に偏心系の収差が発生するが、これと視感度特性とを合わせて考慮した結果である。

【0140】どうしても、前記偏心系の収差の発生を嫌うときには、青透過ダイクロイックミラー214の色合成ミラーにも色合成プリズム216のような色合成プリズム及びミラー215に三角プリズムを採用すればよい。

【0141】この場合は特に青透過ダイクロイックミラー208の色分離ミラーは特に青透過に限らない。また、色分離ダイクロイックミラーにはスクリーン上の色むらが顕著な場合には、色分離断面方向に傾斜膜を採用してもよい。

【0142】また、例中、ミラー210、215に関しては、特に広帯域特性を持たせる必要はなく適所な波長選択性を持たせたダイクロイックミラーでもよい。

【0143】投射レンズ系217のフィールドレンズは、色合成プリズム216および投射レンズ217の絞り218面から液晶表示装置212面までの各レンズの径を小さく設計できるため、小型化・軽量化の目的で採

用している。

【0144】本実施形態では色合成系に色合成プリズム216とダイクロイックミラー（青透過ダイクロイックミラー）214を用いている。

【0145】本実施形態では色合成系として、三角柱状の2つのプリズムを組み合わせた少なくとも1つの四角柱状のプリズムと少なくとも1枚のダイクロイックミラーで構成しているため、投射レンズのバックフォーカスは長くなってしまふ。

【0146】しかしながら、白色バランスを容易にとることが可能である点と、前記図1の4つのプリズムを組み合わせたタイプと比較すると、プリズムを組み合わせた接合部での光散乱により、スクリーン上で影線が見えたりする画品位の低下がなくなる等の利点がある。またプリズムを製造する面でも角度等の精度を要しない分ローコストで入手することが可能であり、色合成系としてはどちらのタイプを採用してもよい。

【0147】2つのプリズムを組み合わせたタイプの色合成系を使用するとき、投射レンズに関して、最も液晶表示装置側に配置されるレンズLRを液晶表示装置と最も液晶表示装置側に配置された色合成素子との間に配置することにより、投射レンズの絞りから液晶表示装置側のそれぞれのレンズ径を小さくしている。

【0148】尚、色合成系を2つの三角柱を組み合わせて作ると色合成プリズムを全体として小さく作れる。尚、前記レンズLRの屈折力を大きくしすぎると色合成系ダイクロイック膜に入射する光束開き角度が大きくなるためにスクリーン上での色むらが増大される場合があるので、望ましくはこのレンズLRの焦点距離を $f\text{mm}$ とすると、 $-0.0033/\text{mm} < 1/f < 0.0033/\text{mm}$ の範囲内であることが好ましい。その他の点では、実施形態1と同じなので詳細な説明は省略する。

【0149】本実施形態も平板式の液晶プロジェクターに適用することができる。

【0150】（実施形態3）図3は本発明の実施形態3の要部概略図である。本実施形態は3板方式の液晶プロジェクター用の照明系に適用した場合を示している。図3において、301は光源、302はリフレクター、303はTIRカットミラー、304は補正レンズ、305は棒状素子であり、例えばロッドインテグレーターより成っている。

【0151】306は平行平面板、307はリレーレンズ群、308は偏光変換素子、309はミラー1、310はコンデンサーレンズ、311は赤透過ダイクロイックミラー、312は青透過ダイクロイックミラー、313はミラー、314 (314R, 314G, 314B) はフィールドレンズ、315 (315R, 315G, 315B) は液晶表示装置、316はクロスダイクロプリズム、317はリレーレンズ、318はミラー、319

はリ レンズ、320はミラー4、321は投射レンズ、322は投射レンズ321内の絞りである。

【0152】光源部301はメタルハライドランプまたはキセノンランプのような演色性が高く、1.5mm以下のアーク長を有するショートアーク光源より構成している。

【0153】本実施形態では、前記光源301からの光束は楕円面形状のリフレクター302により集光光束となってUVIR成分光を遮断する（透過させる）ミラー303で反射し補正レンズ304を通してロッドインテグレート305の入射面に2次光源像を形成する。

【0154】ここでリフレクター302と補正レンズ304は2次光源形成手段の要素を形成している。

【0155】UVIRカットミラー303においては、可視域以外の有害光束をカットする効果の他に、図3に示すようにミラーで構成することによりセットのコンパクト化に貢献している。

【0156】補正レンズ304は全体で正の屈折力を有しており、光源側の凸面で光源像の倍率を小さくして光束をロッドインテグレート305の内部に取り込み、また後側側の凹面はこのレンズに関してリフレクター面とロッドの射出面を共役にする作用をもっており、全体として光利用効率を上げる作用をしている。

【0157】ロッドインテグレート305に入射した光は、そのロッドインテグレート305の内部で全反射の仕方により、その入射面に対向する複数のアーク虚像からの光束が射出面を照度照明する原理になっている。したがって、前記ロッドインテグレートの射出面からはアーク虚像の形成される位置に対応した角度をもって射出する。

【0158】本実施形態でのロッドインテグレート305は四角柱形状を有しており、光束の入射角度の大きさと同じ角度の射出角度を有する。なお射出面は、粉塵対策および光利用効率改善のために平行平板306にて接触保持されている。また本ロッド部は白色光が透過する部分であり、材質は内部透過率特性等を考慮して、珪酸ガラス硝子（具体的にはBSL7（OHARA））材にて構成されている。この部分は硝子ロッドに限らず、中空ミラーで形成しても良い。

【0159】ロッドインテグレート305により、分割された複数のアーク虚像からの光束をリレーレンズ群307により3次光源像として結像する。このときの光源像分割数は、前記ロッドインテグレートの形状によって決定され、本実施形態では 1×12 分割の複数の3次光源像に分割されており、その3次光源像の近傍に偏光変換素子308を配置している。

【0160】この偏光変換素子308は実施形態2で用いたタイプと同じであり、前述したようにロッドインテグレート305の射出開口の中心を通る光線に関して、3次光源像面に対して十分な平行度を必要とするた

め、前記リレーレンズ群307の最終レンズ面に非球面を採用している。また、前記補正レンズ304からコンデンサーレンズ310までの色分離系（311、312）の前までの各素子には、高輝度化のために全て広帯域の反射防止コートを施工してある。

【0161】その後、各3次光源像からの光束を1枚で構成したコンデンサーレンズ（集光手段）310により液晶表示装置316上に集光している。この集光手段310に関して、その焦点距離 $f_2 = 120$ （mm）に対して、前側主点位置は前記3次光源像形成位置から $0.5f_2 = 53$ （mm）程度のところに設定されており、前述の効果により図3のようなコンパクトな配向を実現している。また、フィールドレンズ314を基準に考えると、みかけの瞳位置を約204（mm）程度と遠くに設定でき、スクリーン上での色むらを低減している。

【0162】また、色分離ダイクロイックミラー（311、312）にはスクリーン上の色むらが顕著な場合には、色分離断面方向に傾斜膜を採用してもよい。

【0163】以上のように本実施形態では光源像を複数の光源像に分割する為の光源分割手段として、図1や図2のフライアイレンズの代わりに棒状素子305を用いている。

【0164】又、光源部301から棒状素子305の間に光路を折り曲げる手段（ミラー303）を設けることにより、必要な光学素子をプロジェクションセット内に高密度高く配置することを可能とし、全体としてコンパクトな光学系を容易に実現している。このミラー303に關しては、光源部301からの光束に含まれる可視域以外のUVおよびIR成分光を遮断（透過）して、可視光に対しては、光反射特性を有するようにしている。

【0165】UVを遮断する目的は液晶表示装置近傍に配置する偏光板の保護、IR成分を遮断する目的は装置の温度上昇を防ぐ目的で使用している。

【0166】また、光源部301からの光束を効率良く利用する為、ロッドインテグレート305の近傍に補正レンズ304を配置している。特にこの補正レンズ304に関して、光源側の凸面は光源像の像を縮小し、続く凹面では光源の端からの光束を液晶表示装置に効率よく集光させる作用を備えており、光利用効率を改善している。

【0167】しかしこのロッドインテグレート305近傍に配置される補正レンズ304に関して、特に凸面の最適形状は液晶表示装置に入射する最大許容光線角度（照明系のF値）仕様により大きく変化する。凸面曲率半径を小さくすると、ロッドインテグレート305の入射面に結像される光源像の大きさは十分小さくでき、光源のゆらぎに対して安定な照明系を形成する事ができるが、反面、液晶表示装置へと入射する光源の最大角度、つまり3次光源像の大きさは大きくなってしまふ。

【0168】液晶表示装置へと入射する光線の最大許容

角度は液晶表示装置の絵を拡大投射する後続の投射レンズの絞り径（F値）により決められているので、この絞り径からはみだす角度の光束分は光損失となり光利用効率が低下する。したがって、前記ロッドインテグレート305の近傍に配置される補正レンズ304に関して最適形状は光利用効率とスクリーン上でのフラッターレベルとのバランス点を採用することになる。

【0169】ロッドインテグレート305の射出面に関して、リレーレンズ群307のうち最も光源側に配置された光源側の面に平面を有する素子、または平行平面板の半面部分にてお互い接触して保持されていることが好ましい。

【0170】このことにより、従来必要であったロッドインテグレート305の射出保持領域により光が失われることがなくなるために被照明領域に関して余裕照明領域を減ずることが可能となり、光利用効率を上げることができる。

【0171】また、ロッドインテグレート305の射出面は、前述のように平面部と接触しているために問題となる粉塵等のゴミが付着する可能性も大幅に減じられる。また、前述の平面部とロッドインテグレートとの間の熱膨張等によるクリアランスはロッド入射面側を弾性を有するバネ等で保持することにより確保できる。

【0172】またロッドインテグレート305の射出面の長手断面の長さをD、ロッドの光軸方向の長さをLとしたとき、前述の如く条件式（3）を満足するようにしている。

【0173】 $6.5 < L/D < 9.0 \dots\dots (3)$

この条件式は、ロッドインテグレート305に関して射出開口の大きさに対する光軸方向の長さを規定する数式であり、下限を越えるとロッドインテグレート305の長さが短くなる。そのため、リフレクターの最縁部からロッドに取り込まれる光線（最大角度にて入射する光線）がロッドインテグレート305内部にて全反射する回数が減じられ、液晶表示装置面での照度均一性が低下する。また逆に上限を越えるとロッドインテグレート305の長さが長くなりすぎ、装置全体が大きくなってしまったり、ロッドインテグレート305内部での光散乱・吸収等の損失が大きくなり、好ましくない。

【0174】また、ロッドインテグレート305の射出面の光軸中心を通過する各主光線は光軸に対して略平行光束として3次光源像を形成することが重要である。3次光源像面の中心から周辺まで十分な平行度を要求される本光学系では、リレーレンズ系に少なくとも1枚の非球面レンズを採用することが好ましい。特に3次光源像結像位置に最も近い面に採用すると効果的である。

【0175】その他の点では、実施形態1と同じなので詳細な説明は省略する。

【0176】（実施形態4）図4は本発明の実施形態4の要部概略図である。

【0177】本実施形態は3板方式の液晶プロジェクター用の照明系に適用した場合を示している。図4において401は光源、402はリフレクター、403はUVIRカットフィルター、404は補正レンズ、405はロッドインテグレート、406はリレーレンズ群、407は偏光変換素子、408はミラー、409（集光手段）はコンデンサーレンズ、410は青透過ダイクロイックミラー、411は赤透過ダイクロイックミラー、412はミラー、413（413B、413G、413K）はフィールドレンズ、414（414B、414G、414R）は液晶表示装置、415（415B、415G、415R）は投射レンズ部419のフィールドレンズ、416は青透過ダイクロイックミラー、417はミラー、418は色合成プリズム、419は投射レンズ、420は投射レンズ419内絞りである。

【0178】本実施形態は実施形態3と比較して、UVIR（紫外、赤外線）成分を遮断するフィルター403を備えている。

【0179】また、ロッドインテグレート405の射出部の保持はリレーレンズ群406の最も光源側のレンズの平面部分にて接触保持している。

【0180】集光手段に関しては、各3次光源像からの光束を1枚で構成したコンデンサーレンズ409により液晶表示装置414上に集光している。この集光手段409に関して、その焦点距離 $f_2=132$ （mm）に対して、前側主点位置は前記3次光源像形成位置から $Of_2=52$ （mm）程度のところに設定されており、前述の効果により図4のようなコンパクトな配置を実現している。

【0181】また、フィールドレンズを基準と考え、みかけの瞳位置を約207（mm）程度と遠くに設定でき、スクリーン上での色むらを低減している。また、色分離ダイクロイックミラーにはスクリーン上の色むらが顕著な場合には、色分離断面方向に傾斜膜を採用してもよい。

【0182】その他の点では、前述実施形態2の合成系部分と同じなので詳細な説明は省略する。

【0183】

【発明の効果】本発明によれば、（ア-1）液晶表示装置に基づく画像を所定面（スクリーン面）上に明るく、しかも色むらのない状態で投影することができる液晶プロジェクターを達成することができる。

【0184】又、本発明によれば（ア-2）偏光方向を描いた偏光光を用いて、液晶表示装置等の絵をスクリーン上に明るく、輝度および色むらを抑えつつ拡大投射する液晶プロジェクターを達成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の液晶プロジェクターの実施形態1の光学系の要部概略図

50 【図2】本発明の液晶プロジェクターの実施形態2の光

(16)

特開2000-193924

光学系の要部概略図

【図3】本発明の液晶プロジェクターの実施形態3の光

学系の要部概略図

【図4】本発明の液晶プロジェクターの実施形態4の光

学系の要部概略図

【図5】照明集光系の焦点距離 f_2 とスクリーン上での
光出力との比の関係

【図6】偏光変換素子による色むら低減効果についての
説明図

【図7】照明手段を含む光軸の設定についての説明図 10

【図8】図1の偏光変換素子の説明図

【図9】従来の偏光照明装置の説明図

【符号の説明】

101 光源

102 リフレクター

103 第1フライアイレンズ

104 第2フライアイレンズ

105 偏光変換素子

106 コンデンサーレンズ

107 ミラー

108 コンデンサーレンズ

109 ダイクロイックミラー

110 ダイクロイックミラー

111 ミラー

112 フィールドレンズ

113 液晶表示装置

114 クロスダイクロノリズム

115 リレーレンズ

116 ミラー

117 リレーレンズ

118 ミラー

119 投射レンズ

120 絞り

216 色合成プリズム

214 ダイクロイックミラー

304 補正レンズ

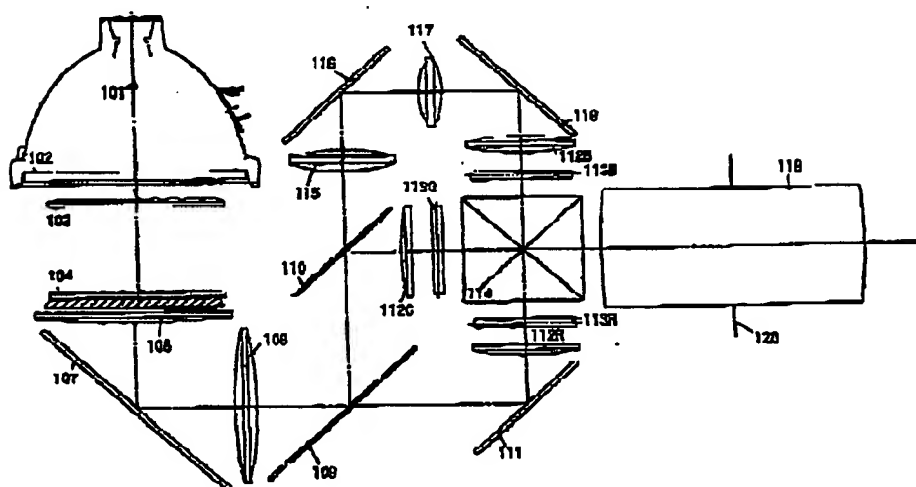
305 ロッドインテグレータ

306 平行平板板

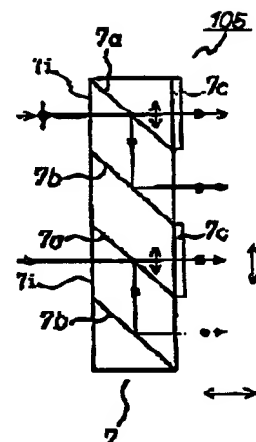
307 リレーレンズ

20

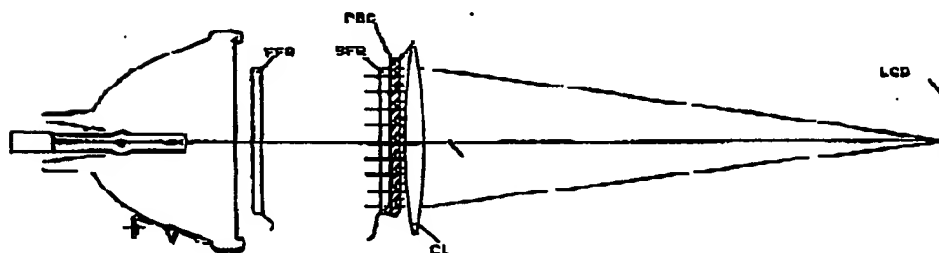
【図1】



【図8】



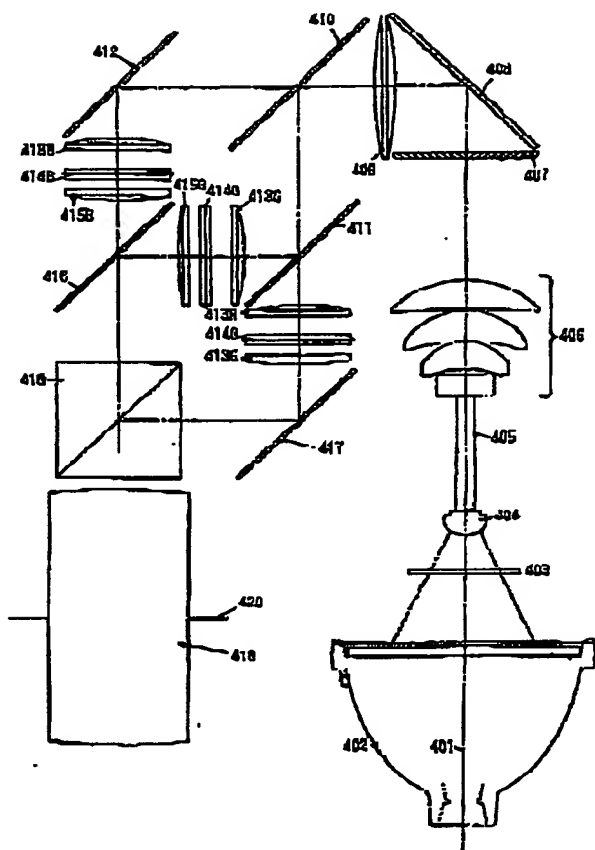
【図7】



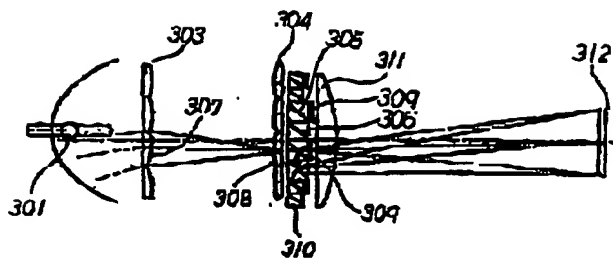
(18)

特開2000 193924

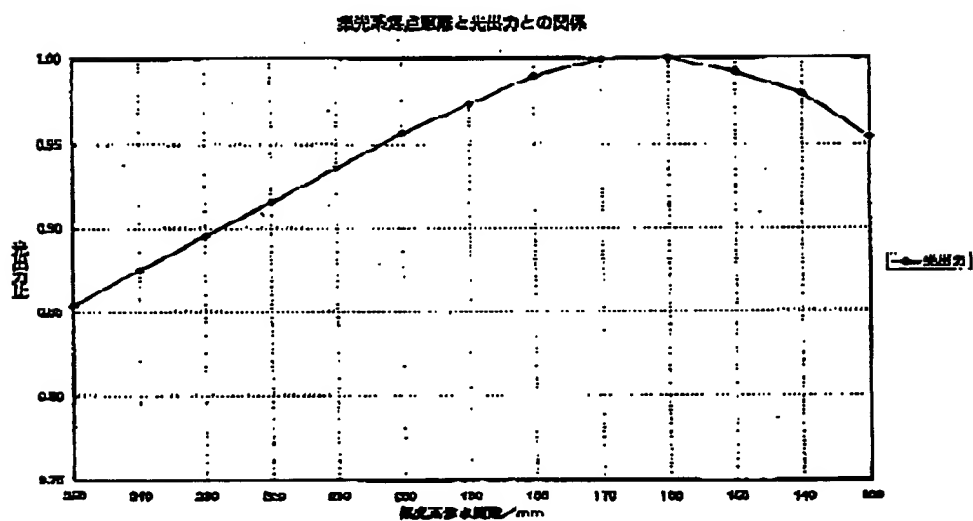
【図4】



【図9】



【図5】



(19)

特開2000-193924

【圖 6】

